



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

13 JUIN 2003

Fait à Paris, le _____

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/ 3

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

12 JUIN 2002 REMISE DES PIÈCES DATE 75 INPI PARIS F LIEU 0208069 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 12 JUIN 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet @ ARGOS INNOVATION & ASSOCIES 5bis avenue Gilles 94340 JOINVILLE LE PONT	
Vos références pour ce dossier (facultatif)			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Méthode mettant en oeuvre des capteurs de flux de chaleur pour évaluer la puissance d'une réaction thermique à l'intérieur d'une enceinte, et dispositif pour la mise en oeuvre d'une telle méthode.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ESPRIMONT	
Prénoms		Eric, Alain	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	7bis, rue Carnot prolongée	
	Code postal et ville	91430	IGNY
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
Page suite N° 2.../3

12 JUIN 2002 **RECEVÉ INPI**
REMISE DES PIÈCES
DATE **15 INPI PARIS F**
LIEU **0208069**
N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 V / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)

**4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE**

Pays ou organisation	N°
Date	
Pays ou organisation	N°
Date	
Pays ou organisation	N°
Date	

5 DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

ESPOSITO

Prénoms

Thomas, Antonio

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Adresse

Rue

16, rue de l'Ecole Polytechnique

Code postal et ville

75005 paris

Pays

FRANCE

Nationalité

FRANCAISE

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

5 DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Adresse

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)
VERDIER Louis
CPI 92-1248

**VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI**

M. ROCHET

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

3/3

REMISE DES PIÈCES DATE 12 JUIN 2002 LIEU 75 INPI PARIS F N° D'ENREGISTREMENT 0208069 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		DB 540 W / 260899	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>			
5 MANDATAIRE			
Nom		VERDIER	
Prénom		Louis	
Cabinet ou Société		Cabinet @ ARGOS INNOVATION & ASSOCIES	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	5bis, avenue Gilles	
	Code postal et ville	94340	JOINVILLE LE PONT
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 42 83 02 58 01 42 83 11 69	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 42 83 08 54	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) VERDIER Louis CPI 92-1248		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. ROCHET	

L'invention est du domaine de la métrologie et plus particulièrement du domaine de la mesure des quantités de chaleur. Elle a pour objet une méthode pour évaluer la puissance d'une réaction thermique à l'intérieur d'une enceinte, telle que celle d'un réacteur calorimétrique. Elle a aussi
5 pour objet un dispositif pour la mise en œuvre d'une telle méthode.

On rappelle qu'il est courant d'évaluer et d'analyser des réactions thermiques produites à l'intérieur d'une enceinte. Ces réactions thermiques sont par exemple produites par des réactions chimiques, ou par la chaleur dégagée par des réactions biologiques, telles que celles résultant
10 de l'activité de microorganismes, ou encore par des réactions physiques, telles que celles résultant de la cristallisation ou de la transition de forme de substances polymorphiques, ou enfin par des productions volontaires d'énergie, telles que des réactions nucléaires.

Plus particulièrement dans le cadre d'un calorimètre, l'enceinte est placée dans un milieu thermiquement contrôlé, pour
15 maintenir à température désirée un réactif contenu à l'intérieur de l'enceinte. Ce réactif est maintenu en agitation, par l'intermédiaire d'un organe agitateur ou par mise en mouvement de l'enceinte elle-même. Les moyens de maintien à température désirée sont par exemple obtenus au moyen d'une enveloppe
20 entourant l'enceinte pour la circulation d'un fluide caloporteur thermostaté.

L'évolution et l'analyse de la réaction thermique à l'intérieur de l'enceinte, vise plus particulièrement à déterminer sa puissance et le coefficient d'échange thermique entre la paroi de l'enceinte et le réactif.

Une première technique connue consiste à
25 mesurer les températures interne et externe de l'enceinte au moyen de thermomètres. La puissance de la réaction thermique prend en compte la différence entre les deux températures mesurées, la surface d'échange et le coefficient d'échange thermique entre le réactif et la paroi de l'enceinte. Selon cette technique, la surface d'échange est évaluée au jugé et le coefficient
30 d'échange thermique est déterminé préalablement par calibration en plongeant dans le réactif une résistance électrique chauffante. On pourra par exemple se reporter au brevet US5174655 (WILFRIED LITZ & all).

Un premier inconvénient de cette technique réside dans une prise en compte arbitraire de la surface d'échange que l'on estime au jugé selon le niveau du réactif. Il en résulte une approximation préjudiciable pour la fiabilité et l'exactitude du résultat obtenu quant à la
5 détermination de la puissance de la réaction thermique.

Un deuxième inconvénient réside dans l'utilisation inadéquate d'un moyen de chauffage du réactif préalablement à son agitation avec, soit des conséquences indésirables sur les caractéristiques physico-chimiques du réactif avant la réaction étudiée, soit l'étape préalable de
10 détermination du coefficient par une opération spécifique de calibration.

Une deuxième technique connue consiste à utiliser une résistance chauffante placée dans l'enceinte. Lorsque la réaction étudiée est exothermique, la résistance chauffante produit moins de chaleur pour maintenir constante la température du réactif. La puissance de la réaction est
15 alors évaluée à partir de la diminution de puissance correspondante de la résistance chauffante. On pourra par exemple se reporter au brevet US4130016 (LYNN C. WALKER).

Un premier inconvénient majeur de cette technique est qu'elle est inapplicable aux réactions endothermiques.

20 Un deuxième inconvénient réside dans une limitation de l'amplitude de la puissance de la réaction thermique étudiée relativement à la puissance de la résistance.

Un troisième inconvénient réside dans la perturbation du réactif par le point chaud généré par la résistance chauffante dans
25 le milieu réactionnel.

Une troisième technique consiste à effectuer un bilan thermique dans la zone de circulation du fluide caloporteur. Pour cela, il est par exemple utilisé un condenseur dans lequel le fluide caloporteur se condense après chauffage. La mesure de la quantité de fluide condensé permet de
30 déterminer la puissance de la réaction thermique. On pourra par exemple se reporter au brevet EP0275042 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION).

Un inconvénient de cette technique réside dans l'imprécision de l'analyse de la réaction thermique à l'intérieur de l'enceinte, évaluée par l'intermédiaire du fluide caloporteur, ce qui implique des approximations de mesure liées notamment aux pertes thermiques cumulées entre l'enceinte et les moyens utilisés pour effectuer le bilan thermique.

Par ailleurs et là encore, il en résulte une approximation préjudiciable pour la fiabilité et l'exactitude du résultat obtenu quant à la détermination de la puissance de la réaction thermique.

Le but global de la présente invention est de proposer une méthode pour évaluer en continu, en temps réel, de manière fiable et précise, la puissance d'une réaction thermique à l'intérieur d'une enceinte et le coefficient d'échange thermique entre le réactif et cette enceinte. Elle a aussi pour but de proposer un dispositif pour mettre en œuvre cette méthode.

De manière générale, la démarche inventive de la présente invention a consisté à proposer une méthode et son dispositif de mise en œuvre pour déterminer de manière précise et fiable, en temps réel et en continu, la surface d'échange entre le réactif et l'enceinte, pour finalement permettre d'analyser dans les mêmes conditions les caractéristiques de l'enceinte et de la réaction thermique étudiée.

Cette démarche a plus particulièrement consisté à rompre les habitudes prises dans le domaine, et à utiliser des capteurs de flux de chaleur pour déterminer de manière précise, fiable, en continu et en temps réel, la surface d'échange entre le réactif et l'enceinte.

Il résulte de cette démarche qu'à partir de l'utilisation de moyens simples, constitués de capteurs de flux de chaleur, il est rendu possible d'analyser une réaction thermique, tant endothermique qu'exothermique, et des réactions au cours desquelles les propriétés physico-chimiques des réactifs sont susceptibles d'évoluer rapidement et/ou avec des amplitudes importantes, tels que par exemple des changements d'état du réactif comme un changement d'état cristallin, une liquéfaction et une solidification.

En outre, il est rendu possible d'analyser, en continu et en temps réel, une réaction thermique à l'intérieur d'une enceinte avec des variations provoquées volontaires de la température du réactif, pour en étudier l'évolution.

5 Grâce à une telle exploitation inhabituelle des capteurs de flux de chaleur, tels que des thermopiles délivrant des informations logiques de tension, il est rendu possible d'obtenir des mesures fiables de flux de chaleur à travers la paroi de l'enceinte, permettant de calculer avec des moyens de calcul numériques automatisés de manière précise, en continu et en temps
10 réel, en premier lieu le niveau du réactif à l'intérieur d'une enceinte, en deuxième lieu la surface d'échange entre le réactif et la paroi de l'enceinte, puis la puissance thermique transmise par l'enceinte et le coefficient d'échange thermique entre le réactif et la paroi de l'enceinte, et enfin la puissance et l'énergie de la réaction thermique. On notera encore un résultat avantageux de
15 l'invention qui réside dans l'absence d'étalonnage préalable, tel que selon l'art antérieur, des moyens mis en œuvre pour la méthode de l'invention, à savoir les capteurs de mesure de flux de chaleur.

Au-delà de la calorimétrie, il est apparu un besoin qui réside dans la connaissance précise et fiable, en temps réel et en continu, du
20 niveau d'un liquide contenu dans une enceinte, assimilable à un réactif du genre susvisé quant à son évolution thermique.

Un autre résultat atteint par la présente invention est de proposer une méthode et son dispositif de mise en œuvre permettant de mesurer, entre deux instants donnés t_0 et t_1 , la variation de distance, suite à une
25 réaction thermique, prise entre deux points quelconques d'un réactif contenu dans une enceinte, à l'instant t_0 et t_1 .

Des applications particulières de la mise en œuvre de la méthode de l'invention consiste notamment à mesurer la variation spontanée du niveau réel h d'un réactif contenu dans une enceinte, notamment
30 un seuil de sécurité, suite à des variations naturelles ou provoquées de l'environnement extérieur de cette enceinte, telle que cuve de stockage d'un produit sensible, ou encore la dilatométrie d'un matériau.

Selon la présente invention, il est proposé une méthode de détermination d'une surface d'échange \underline{A} entre un réactif et la paroi d'une enceinte le contenant, en vue notamment de déterminer la puissance P_r d'une réaction thermique à l'intérieur de l'enceinte et le coefficient d'échange thermique \underline{U} entre le réactif et la paroi de l'enceinte.

Selon un premier aspect de l'invention, la méthode proposée consiste à mesurer un premier flux de chaleur F_1 par unité de surface pris dans une zone de la paroi en contact certain avec le réactif, à mesurer un deuxième flux de chaleur F_2 par unité de surface pris dans une zone de la paroi en absence certaine de contact avec le réactif, à mesurer un troisième flux de chaleur F_3 par unité de surface pris dans une zone de la paroi comprenant en chevauchement continu à la fois une zone quelconque de la paroi en contact certain avec le réactif voisine d'une zone quelconque de la paroi en absence de contact certain avec le réactif, puis à calculer, par proportion entre les mesures effectuées des premier, deuxième et troisième flux de chaleur, le niveau réel \underline{h} du réactif à l'intérieur de l'enceinte.

Ces dispositions sont telles qu'à partir du niveau réel \underline{h} du réactif calculé et, relativement à une quelconque géométrie donnée de l'enceinte, la surface réelle d'échange \underline{A} entre le réactif et la paroi de l'enceinte le contenant, peut être déterminer, en continu et en temps réel.

Selon un autre aspect de la méthode proposée par l'invention, la puissance P_t transmise par l'enceinte peut être déterminée en mesurant le premier flux F_1 de chaleur par unité de surface et en déterminant ladite surface d'échange \underline{A} entre le réactif et la paroi de l'enceinte, préférentiellement selon la méthode susvisée dans un premier aspect de l'invention.

Ces dispositions sont telles que la puissance transmise P_t par l'enceinte peut être calculée en continu et en temps réel, avec une précision et une fiabilité préférentiellement obtenues à partir de celles de la surface d'échange A , à partir de la mesure du premier flux F_1 de chaleur par unité de surface ramenée à la totalité de la surface d'échange \underline{A} entre le réactif et la paroi de l'enceinte.

A partir des données fiables recueillies par la méthode de l'invention, il est ensuite proposé dans une étape secondaire de déterminer le coefficient d'échange thermique \underline{U} entre le réactif et la paroi de l'enceinte en mesurant la température T_r du réactif et la température T_e de la paroi de l'enceinte, en déterminant la surface réelle d'échange \underline{A} entre le réactif et la paroi de l'enceinte, et en calculant la puissance P_t transmise par l'enceinte.

Ces dispositions sont telles que le coefficient d'échange thermique \underline{U} entre le réactif et la paroi de l'enceinte peut être calculé en continu et en temps réel, avec une précision et une fiabilité obtenues à partir de celles de la surface d'échange \underline{A} , préférentiellement déterminée par la méthode générale de l'invention.

On comprendra que le coefficient d'échange thermique \underline{U} entre le réactif et la paroi de l'enceinte est alors calculé à la manière connue de l'homme de l'art, à partir de la puissance transmise P_t par l'enceinte, de la surface d'échange thermique \underline{A} entre le réactif et la paroi de l'enceinte et de la différence de température entre la température du réactif et la température de la paroi de l'enceinte.

On notera cependant un résultat avantageux propre à la mise en œuvre de la méthode de l'invention, qui réside dans la détermination directe du coefficient d'échange thermique entre le réactif et la paroi de l'enceinte, sans étape préalable susceptible de perturber le réactif. Il résulte encore des dispositions de l'invention une observation en continu et en temps réel des modifications des propriétés physico-chimiques du réactif comme, par exemple, une variation de sa viscosité pendant la réaction thermique étudiée. Il résulte enfin de ces dispositions la possibilité de simuler avec une très grande précision des réactions thermiques dans des réacteurs de plus grande taille.

A partir des données fiables recueillies par la méthode de l'invention, la puissance de la réaction P_r , est déterminée en mesurant l'évolution de la température du réactif au cours du temps de réaction, en déterminant la puissance transmise P_t par l'enceinte et en évaluant les pertes thermiques de l'enceinte. Ces pertes thermiques, communément appelées « pertes de ciel de l'enceinte », sont des éléments connus de l'homme de l'art.

Ces dispositions sont telles que la puissance de la réaction P_r puisse être calculée, en continu et en temps réel, avec une précision et une fiabilité obtenues à partir de celles de la surface d'échange A , préférentiellement déterminée par la méthode générale de l'invention.

5 On comprendra que la puissance P_r de la réaction peut être calculée à la manière connue de l'homme de l'art, à partir de la masse et des caractéristiques physico-chimiques du réactif, de l'évolution de la température T_r du réactif au cours du temps, de la puissance transmise P_t par l'enceinte et des pertes thermiques de l'enceinte.

10 On comprendra aussi que l'on obtient l'énergie de la réaction, à la manière connue de l'homme de l'art, par intégration au cours du temps de la puissance de la réaction mesurée en continu tout au long de la réaction thermique.

15 Selon encore la présente invention au regard d'un dispositif pour la mise en œuvre de la méthode proposée dans sa généralité, celui-ci comprend :

- une enceinte prévue pour recevoir le réactif,
- un premier capteur de flux de chaleur pour mesurer le premier flux de chaleur F_1 par unité de surface, ce capteur étant disposé sur la paroi extérieure de l'enceinte en une zone opposée à sa face interne, en contact certain avec le réactif,
- 20 - un deuxième capteur de flux de chaleur pour mesurer le deuxième flux de chaleur F_2 par unité de surface, ce capteur étant disposé sur la paroi extérieure de l'enceinte en une zone opposée à sa face interne, en absence certaine de contact avec le réactif,
- 25 - un troisième capteur de flux de chaleur pour mesurer le troisième flux de chaleur F_3 par unité de surface, ce capteur étant disposé sur la paroi extérieure de l'enceinte en une zone opposée à sa face interne à la fois en présence et en absence de contact avec le réactif.

30 Un tel dispositif comprend en outre et avantageusement des premiers moyens électroniques de calcul du niveau h du réactif à partir d'informations logiques de tension fournies par les premier, deuxième et troisième capteurs de flux, et des deuxièmes moyens électroniques

5 Selon une organisation particulière du dispositif de l'invention en calorimétrie, celui-ci comprend en outre une enveloppe entourant l'enceinte pour la circulation d'un fluide autour de cette dernière, ce fluide étant thermostaté par des moyens de production de chaleur, pour un maintien de l'enceinte à une température souhaitée.

Selon une forme de réalisation préférée, le dispositif de l'invention comprend en outre des troisièmes moyens électroniques de calcul de la puissance P_t transmise par l'enceinte et des quatrièmes moyens électroniques de calcul du coefficient d'échange thermique \underline{U} entre le réactif et la paroi de l'enceinte, à partir des informations logiques en provenance des deuxièmes moyens électroniques de calcul, et à partir des informations logiques en provenance des premier et deuxième capteurs de température.

On notera aussi que les premiers, deuxièmes et troisièmes capteurs de flux de chaleur constituent avantageusement des moyens généraux de détermination en continu du niveau h d'un réactif à l'intérieur de l'enceinte, en association avec les premiers moyens de calcul.

On notera encore que les premiers, deuxièmes, troisièmes, quatrièmes et cinquièmes moyens de calcul électroniques sont avantageusement regroupés dans des moyens généraux de mémoires et de calculs électroniques. On notera enfin que le dispositif de l'invention comprend
 5 notamment un calculateur comprenant des moyens généraux de mémoires et de calculs électroniques, des moyens d'affichage des différentes informations logiques mesurées et calculées, tels qu'écran, imprimante, ou analogues, et des moyens de saisie d'informations et de commande des moyens généraux de calcul, tels qu'un clavier ou analogues.

10 La présente invention sera mieux comprise et des détails en relevant apparaîtront, à la description qui va en être faite en relation avec la figure unique de la planche annexée, qui illustre schématiquement un exemple de réalisation d'un dispositif pour la mise en œuvre d'une méthode de l'invention selon un exemple d'application à un calorimètre.

15 Sur la figure, un dispositif proposé par l'invention comprend dans sa globalité :

- un calorimètre, comprenant une enceinte 2, une enveloppe 3 disposée autour de cette enceinte 2 pour la circulation d'un fluide 17, et des moyens de production de chaleur 18 du fluide 17 pour maintenir le réactif à température désirée,
- 20 - des capteurs 4,5,6 de flux de chaleur équipant l'enceinte 2,
- des moyens généraux 9 de mémoires et de calculs électroniques,

Les capteurs 4,5,6 de flux susvisés sont notamment composés :

- d'un premier capteur 4 annulaire, placé en contact et autour de la face
 25 extérieure de la paroi de l'enceinte 2, à la base de cette dernière,
- d'un deuxième capteur 5 annulaire, placé en contact et autour de la face extérieure de la paroi de l'enceinte 2, au sommet de cette dernière,
- d'un troisième capteur 6 en bande, placé en contact et le long d'une génératrice
 30 de la face extérieure de la paroi de l'enceinte 2, de manière à chevaucher en continu des zones de cette dernière en correspondance avec des zones de la face interne de la paroi de l'enceinte 2 respectivement en contact et en absence de contact avec le réactif 1.

Par ailleurs, l'enceinte 2 est équipée d'un premier capteur de température 7 mesurant la température T_r du réactif 1 et d'un deuxième capteur de température 8 mesurant la température T_f du fluide contenu dans l'enveloppe 3, pour connaître la température T_e de la paroi de l'enceinte.

5 Chacun de ces capteurs de flux de chaleur 4,5,6 et de température 7,8 est relié aux moyens électroniques généraux de calcul 9.

On relèvera que l'enceinte 2 est notamment équipée de moyens pour agiter le réactif 1, selon des dispositions connues habituelles dans le domaine, tel qu'un agitateur 10, et de moyens de fixation 11, 11', 11'' des capteurs de flux 4,5,6 sur sa paroi, mettant par exemple en œuvre en association des ergots et des moyens élastiques.

Ce dispositif permet avantageusement :

- dans une première étape, de déterminer par des premiers moyens électroniques de calcul 12, le niveau réel h du réactif, à partir des flux de chaleur F_1 , F_2 , F_3 mesurés respectivement par les premier, deuxième et troisième capteurs de flux. On relèvera que cette détermination est notamment obtenue à partir de la formule suivante :

$$h = c (F_3 - F_2) / (F_1 - F_2)$$

20 c : Hauteur totale du chevauchement du troisième capteur de flux prise suivant l'axe d'extension de la surface d'échange étudiée, et notamment dans le cas d'exemple l'axe d'extension de l'enceinte.

- dans une deuxième étape, de déterminer par des deuxièmes moyens électroniques de calcul 13, la surface d'échange A entre le réactif 1 et la paroi de l'enceinte 2. Pour une enceinte cylindrique, telle que représentée par exemple sur la figure, on obtient notamment cette détermination à partir de la formule suivante:

$$A = a + 2.\pi.R h$$

a : Surface d'échange de la base circulaire de l'enceinte.

R : Rayon du cylindre formant l'enceinte

30 - dans une troisième étape, de déterminer par des troisièmes moyens électroniques de calcul 14, la puissance transmise P_t par l'enceinte 2 à partir de la surface d'échange thermique A et du flux F_1 . On relèvera que cette détermination est notamment obtenue à partir de la formule suivante :

$$P_t = A \cdot F_1$$

- dans une quatrième étape, de déterminer par les quatrièmes moyens électroniques de calcul 15, le coefficient d'échange thermique U entre le réactif 1 et la paroi de l'enceinte 2 à partir de la puissance transmise par l'enceinte 2, de la température T_r du réactif 1 et de la température T_e du fluide caloporteur contenue dans l'enveloppe 3. On relèvera que cette détermination est notamment obtenue à partir de la formule suivante :

$$U = P_t / (A \cdot (T_r - T_e))$$

- dans une cinquième étape, de déterminer par les cinquièmes moyens électroniques de calcul 16, la puissance P_r de la réaction thermique étudiée à partir de la puissance transmise P_t par l'enceinte 2, de l'évolution de la température T_r du réactif 1 au cours du temps, de la masse m du réactif, de la capacité calorifique C_p du réactif 1 et des pertes thermiques de l'enceinte 2. On relèvera que cette détermination est notamment obtenue à partir de la formule suivante :

$$P_r = P_t + m \cdot C_p \cdot (dT_r/dt) + \text{pertes}$$

On obtient alors l'énergie de la réaction E_r par intégration au cours du temps de la puissance de la réaction P_r .

On notera que le dispositif illustré comprend en outre un calculateur 20 comprenant des moyens généraux 9 de mémoires et de calculs électroniques, des moyens de visualisation tels qu'un écran 19, une imprimante et des moyens de saisie d'informations et de commande 21.

On relèvera aussi que les moyens généraux 9 de mémoires et de calculs électroniques sont organisés sous la forme d'un logiciel.

REVENDEICATIONS

- 1.- Méthode de détermination d'une surface d'échange \underline{A} entre un réactif (1) et la paroi d'une enceinte (2) le contenant, en vue notamment de déterminer la puissance P_r d'une réaction thermique à l'intérieur de l'enceinte (2) et le coefficient d'échange thermique \underline{U} entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2), caractérisée :

en ce qu'elle consiste :

- à mesurer un premier flux de chaleur F_1 par unité de surface pris dans une zone de la paroi en contact certain avec le réactif (1),
- à mesurer un deuxième flux de chaleur F_2 par unité de surface pris dans une zone de la paroi en absence certaine de contact avec le réactif (1),
- à mesurer un troisième flux de chaleur F_3 par unité de surface pris dans une zone de la paroi comprenant en chevauchement continu à la fois une zone quelconque de la paroi en contact certain avec le réactif (1) voisine d'une zone quelconque de la paroi en absence de contact certain avec le réactif (1),
- à calculer, par proportion entre les mesures effectuées des premier, deuxième et troisième flux de chaleur, le niveau réel \underline{h} du réactif (1) à l'intérieur de l'enceinte (2),

de telle sorte qu'à partir du niveau réel \underline{h} du réactif (1) calculé et, relativement à une quelconque géométrie donnée de l'enceinte (2), on puisse déterminer, en continu et en temps réel, la surface réelle d'échange \underline{A} entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2) le contenant.

25

- 2.- Méthode selon la revendication 1 appliquée à la détermination de la puissance P_t transmise par l'enceinte (2) caractérisée :

en ce qu'elle consiste :

- à mesurer le premier flux F_1 de chaleur par unité de surface,
- à déterminer ladite surface d'échange \underline{A} entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2),

30

de telle sorte que la puissance transmise P_t par l'enceinte (2) puisse être calculée, en continu et en temps réel, avec une précision et une fiabilité obtenues à partir de celles de la surface d'échange A .

5

- 3.- Méthode selon la revendication 2, appliquée à la détermination du coefficient d'échange thermique U entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2) caractérisée :

en ce qu'elle consiste :

10

- à mesurer la température T_r du réactif (1) et la température T_e de la paroi de l'enceinte (2),
- à déterminer la surface réelle d'échange A entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2),
- à calculer la puissance P_t transmise par l'enceinte,

15

de telle sorte que le coefficient d'échange thermique A entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2) puisse être calculé en continu et en temps réel, avec une précision et une fiabilité obtenues à partir de celles de la surface d'échange A .

20

- 4.- Méthode selon la revendication 2, appliquée à la détermination de la puissance de la réaction P_r , caractérisée :

en ce qu'elle consiste à :

25

- à mesurer l'évolution de la température T_r du réactif (1) au cours du temps de réaction,
- à déterminer la puissance transmise P_t par l'enceinte (2),
- à évaluer les pertes thermiques de l'enceinte (2),

de telle sorte que la puissance de la réaction P_r puisse être calculée, en continu et en temps réel, avec une précision et une fiabilité obtenues à partir de celles de la surface d'échange A .

30

5.- Méthode selon la revendication 1, appliquée à la mesure de la variation de niveau h d'un réactif (1) à l'intérieur d'une enceinte (2), jusqu'à un seuil de sécurité.

5 6.- Dispositif pour la mesure de la surface d'échange A entre un réactif (1) et la paroi d'une enceinte (2) le contenant, pour la mise en œuvre d'une méthode selon la revendication 1, caractérisé :

en ce qu'il comprend :

- une enceinte (2) prévue pour recevoir le réactif (1),
- 10 - un premier capteur (4) de flux de chaleur pour mesurer le premier flux de chaleur F_1 par unité de surface, ce capteur (4) de flux de chaleur étant disposé sur la paroi extérieure de l'enceinte (2) en une zone opposée à sa face interne, en contact certain avec le réactif (1),
- un deuxième capteur (5) de flux de chaleur pour mesurer le deuxième flux de chaleur F_2 par unité de surface, ce capteur (5) de flux de chaleur étant
- 15 disposé sur la paroi extérieure de l'enceinte (2) en une zone opposée à sa face interne, en absence certaine de contact avec le réactif (1),
- un troisième capteur (6) de flux de chaleur pour mesurer le troisième flux de chaleur F_3 par unité de surface, ce capteur (6) de flux de chaleur étant
- 20 disposé sur la paroi extérieure de l'enceinte (2) en une zone opposée à sa face interne à la fois en présence et en absence de contact avec le réactif (1).

7.- Dispositif selon la revendication 6 caractérisé :

25 en ce qu'il comprend des premiers moyens (12) électroniques de calcul du niveau h du réactif (1) à partir d'informations logiques de tension fournies par les premier, deuxième et troisième capteurs de flux (4,5,6), et des deuxièmes moyens électroniques (13) de calcul de la surface réelle d'échange A entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2).

- 8.- Dispositif selon la revendication 6 pour la mise en œuvre d'une méthode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, appliquée à un calorimètre, caractérisé :
- 5 en ce qu'il comprend une enveloppe (3) entourant l'enceinte (2) pour la circulation d'un fluide (17) autour de cette dernière, ce fluide étant thermostaté par des moyens de production de chaleur (18), pour un maintien de l'enceinte (2) à une température souhaitée.
- 9.- Dispositif selon la revendication 8 pour la mise en œuvre d'une méthode selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé :
- 10 en ce qu'il comprend :
- un premier capteur de température (7) placé à l'intérieur de l'enceinte (2) pour mesurer la température T_r du réactif,
 - un deuxième capteur de température (8) placé à l'intérieur de l'enveloppe
- 15 (3) pour mesurer la température T_e de la paroi de l'enceinte (2) à partir de la température T_f du fluide caloporteur thermostaté à l'intérieur de l'enveloppe (3).
- 10.- Dispositif selon la revendication 9 pour la mise œuvre d'une méthode selon l'une quelconque des revendications 2 et 3 caractérisé :
- 20 en ce qu'il comprend des troisièmes moyens (14) électroniques de calcul de la puissance P_t transmise par l'enceinte (2) et des quatrièmes moyens électroniques (15) de calcul du coefficient d'échange thermique \underline{A} entre le réactif (1) et la paroi de l'enceinte (2), à partir des
- 25 informations logiques en provenance des deuxièmes moyens (13) électroniques de calcul, et à partir des informations logiques en provenance des premier (7) et deuxième (8) capteurs de température.
- 11.- Dispositif selon la revendication 9 pour la mise œuvre d'une méthode selon la revendication 4 caractérisé :
- 30

en ce qu'il comprend des cinquièmes moyens (16) électroniques de calcul de la puissance P_r de la réaction thermique à partir des informations logiques en provenance des troisièmes moyens (14) électroniques de calcul et du premier capteur (7) de température.

5

12.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 et 7 pour la mise œuvre d'une méthode selon la revendication 5 caractérisé :

10 en ce que les premiers (4), deuxièmes (5) et troisièmes (6) capteurs de flux de chaleur constituent des moyens généraux de détermination en continu du niveau h d'un réactif à l'intérieur de l'enceinte (2), en association avec les premiers moyens (12) de calcul.

13.- Dispositif selon les revendications 7, 10 et 11 caractérisé :

15 en ce que les premiers (12), deuxièmes (13), troisièmes (14), quatrièmes (15) et cinquièmes (16) moyens de calcul électroniques sont regroupés dans des moyens généraux (9) de mémoires et calculs électroniques.

14.- Dispositif selon la revendication 13 caractérisé :

20 en ce qu'il comprend un calculateur comprenant :
- des moyens généraux (9) de mémoire et de calculs électroniques,
- des moyens de visualisation des différentes informations logiques mesurées et calculées,
- des moyens de saisie d'informations et de commande des moyens
25 généraux (9) de mémoires et de calculs électroniques.

